



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 302804

(13) B1

(51) Int Cl⁶ B 22 D 11/124

Patentstyret

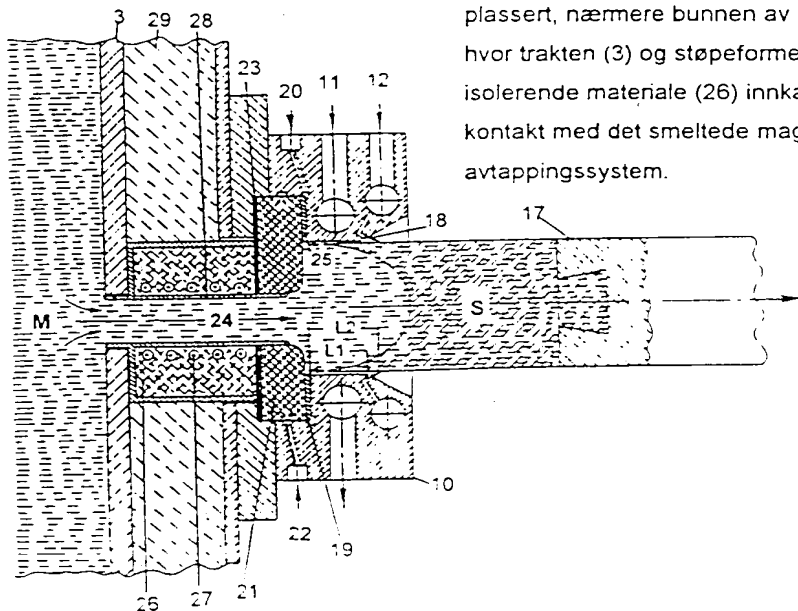
(21) Søknadsnr	953545	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	08.09.95	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	08.09.95	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	10.03.97		
(45) Meddelt dato	27.04.98		
(73) Patenthaver	Norsk Hydro ASA, 0240 Oslo, NO		
(72) Oppfinner	Bjørn Kittilsen, Porsgrunn, NO		
	Bjørn Oiestad, Porsgrunn, NO		
(74) Fullmektig	Elin Anderson, Norsk Hydro ASA, 0240 Oslo		

(54) Benevnelse **Utstyr for horisontal direktekjølt støping av lettmetaller, spesielt magnesium og magnesiumlegeringer**

(56) Anførte publikasjoner NO A1 923648, NO 931711

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen vedrører et utstyr, en støpeform og en stopp-prosedyre for horisontal direktekjølt støping av lettmetaller, spesielt magnesium og magnesiumlegeringer. Utstyret omfatter en trakt (3) for å holde smeltet metall og en horisontalt plassert støpeform (10) i forbindelse med den nevnte trakten. Støpeformen har primærkjøling (11) av støpeformens vegger hvor metallet blir kjølt uten å komme i kontakt med vann, og en sekundær direkte kjøling (12) av det støpte metallet. Støpeformen har separate kretser for primært og sekundært kjølevann. En isolerende overgangsring (21) er plassert ved innløpet til støpeformen. Det er viktig at støpeformens totale dybde er liten, fortrinnsvis mellom 25 og 45 mm. For å oppnå en god overflatekvalitet og unngå misfarging av metallet, bør støpeformen fortrinnsvis ha et innløp (22) for tilførsel av dekkgass til overgangsringen. Innløpsåpningen (24) til støpeformen er asymmetrisk plassert, nærmere bunnen av støpeformen. Det benyttes fortrinnsvis utstyr hvor trakten (3) og støpeformen (10) er separert av et oppvarmet innløp av isolerende materiale (26) innkapslet i en stålmantel (28) hvor stålet er i kontakt med det smeltede magnesiumet. Trakten bør ha et fjernkontrollert avtappingssystem.



Oppfinnelsen vedrører utstyr for horisontal direktekjølt støping (hdc) av lettmetaller, spesielt magnesium og magnesiumlegeringer.

Magnesium og magnesiumlegeringer støpes til bolter eller blokker og leveres til kundene. Bolter kan ofte ha dårlig overflatekvalitet. Dessuten er dette ingen effektiv produksjonsmetode. Vertikal direktekjølt støping av emner gir et produkt med høy overflatekvalitet, men kontinuerlig produksjon er ikke mulig fordi antallet støpestrenger er begrenset. Det finnes derfor et behov for en prosess som gir et produkt med høy produktkvalitet, fritt for sprekker og overflatedefekter, og som kan støpes kontinuerlig med høy støpehastighet.

Horisontal direktekjølt støping er en metode som kunne oppfylle disse kravene. Dette gir mulighet for kontinuerlig støping av flere strenger, og også enhetlig størrelse på produktet. Selv om dette er en velprøvd teknologi for støping av aluminium og aluminiumslegeringer, er det ikke en fremgangsmåte som brukes på magnesiumblokker i dag. Det er gjort mange forsøk i flere år, men det har vært problemer med å finne utstyr og særlig støpeformer som kan brukes. I tillegg er sikkerhetsaspektet svært viktig når man arbeider med et reaktivt metall som magnesium, og det er nødvendig å finne frem til en sikker produksjonsprosess.

Britisk patent No. 1 194 224 beskriver en fremgangsmåte for horisontal direktekjølt støping av blokker av aluminium og magnesium samt deres legeringer. Utstyret omfatter et reservoar for smeltet metall atskilt fra støpeformen av en delvis barriere (oppsamlingsplate) som ikke kjøler støpeformen. Oppsamlingsplaten har en åpning som flytende metall kan passere gjennom og direkte inn i den nedkjølte støpeformen, hvor metallet størkner og kontinuerlig blir trukket tilbake i horisontal retning. Kjølevannet renner ut fra et kammer i støpeformens vegg gjennom kanaler for direkte kjøling av den blokken som er i ferd med å oppstå. Støpeformen kan også ha kanaler for tilførsel av smøremidler til veggens innerflate.

En slik innretning kunne være nyttig for støping av aluminium, men ikke for en sikker produksjon av støpt magnesium og magnesiumlegeringer med god overflatefinish. Utstyret har et svært bredt innløp, som ville føre til problemer med å kontrollere størkneprosessen.

Støpeformens dybde er for stor, og kjølesystemet ville føre til problemer i tilfelle utrenning av metall.

Formålet med oppfinnelsen er å frembringe utstyr for horisontal direktekjølt støping av magnesium og magnesiumlegeringer som gir høy produktkvalitet ved høy støpehastighet. Et annet formål med oppfinnelsen er å frembringe en sikker produksjonsmetode, og å redusere konsekvensene av et eventuelt utrenning som følge av reaktivitet mellom smeltet magnesium og vann.

Disse og andre formål med oppfinnelsen oppnås med den fremgangsmåte og det utstyr som er beskrevet i det følgende.

Oppfinnelsen vedrører utstyr for horisontal direktekjølt støping av metall, spesielt for støping av magnesium eller magnesiumlegeringer. Utstyret omfatter en trakt for å holde smeltet metall, og en horisontalt plassert støpeform i forbindelse med den nevnte trakten. Støpeformen har primærkjøling av støpeformveggene hvor metallet kjøles ned uten å være i kontakt med vann, og sekundærkjøling av det støpte metallet. Støpeformen har separate kretser for primært og sekundært kjølevann. En isolerende overgangsring er plassert ved inngangen til støpeformen.

Det er viktig at støpeformens totale dybde er liten, fortrinnsvis mellom 25 og 45 mm. For å oppnå en god overflatekvalitet og unngå misfarging av metallet, bør støpeformen fortrinnsvis ha et innløp for tilførsel av dekkgass til overgangsringen. Støpeformen har et innløp i form av en overgangsring av keramisk materiale hvor innløpsåpningen er plassert asymmetrisk i støpeformen, nærmere bunnen.

Det brukes fortrinnsvis en innretning hvor trakten og støpeformen er atskilt av et oppvarmet innløp av isolerende materiale innkapslet i en stålmantel hvor stålet er i kontakt med den smeltede magnesiumen. Trakten bør ha et fjernkontrollert avtappingssystem.

Oppfinnelsen er beskrevet og definert gjennom de vedlagte patentkrav. Oppfinnelsen er videre illustrert under henvisning til tegningene, figur 1-2, hvor

- Figur 1 viser en oversikt over hele støpesystemet
Figur 2 viser en del av trakten, innløpet og støpeformen.

Figur 1 viser en smelteovn 1 for magnesium eller magnesiumlegeringer. Ovnene er plassert på et løftebord 2 for løfting eller senking av ovnen. Det smeltede metallet blir overført til en oppvarmet trakt 3 via en oppvarmet sifong 4. Sifongen kan også heves og senkes. Det benyttes en trakt av stål. Trakten 3 har en plugganordning 5 for et pneumatisk betjent avtappingssystem 6. Metallnivået i trakten blir kontrollert av en laser-nivåregulator 7.

Under avtappingshullet 8 i trakten er det plassert et dreneringskar 9. Støpeformen 10 med primærkrets 11 og sekundærkrets 12 for kjølevann er plassert på den andre siden av trakten. Det støpte metallet blir støttet av valser 13 og passerer videre en uttrekksenhet 14 før det blir kuttet i egnede stykker av en sag 15. Et kar for kjølevann er plassert under støpeformen. I tilfelle et utrenning av metall vil magnesium renne inn i vanntanken. En startblokk er vist med referansenummer 17 (fig. 2).

Støpeformen, innløpet og del av trakten er vist mer detaljert i figur 2.

Støpeform

Støpeformen 10 er vist på figur 2. Den kan for eksempel være laget av kobber eller aluminium. Støpeformen har to separate kjølesystemer. I det primære kjølesystemet 11 passerer vannet støpeformen uten å være i kontakt med magnesiumen. Vannet fra det primære kjølesystemet blir ført til karet 16 under støpeformen (fig. 1). Vannet fra det sekundære kjølesystemet 12 blir sprøytet på magnesium metallet gjennom spor eller dyser 18 for effektiv kjøling. Vannet treffer metallet med en vinkel på omtrent 30-35°.

Støpeformen har også en oljering 19 av metall med kanaler 20 for tilførsel av olje til smøring av støpeformen. Referansenummer 21 viser en overgangsring av isolerende porøst ildfast materiale. Kanalene 22 er laget for tilførsel av en dekk-gass som for eksempel SF₆. Dette tillater støping av en glatt bolt uten misfarging av overflaten, ettersom inntrenging av luft blir forhindret av dekk-gassen bak overgangsringen. En isolasjonsplate 23 er plassert over overgangsringen.

Innløpet 24 til støpeformen er plassert asymmetrisk i støpeformen, nærmere bunnen, for å unngå varmeledning til boltens toppflate. Dette ville kunne resultere i utrenning av metallet. Det smeltede metallet M vil størkne på det punktet som er vist med referansenummer 25 når det kommer inn i støpeformen, og vil ha en tynn størknet hinne inne i støpeformen.

Bokstaven S viser fast metall. Sumpen (smeltet metall i støpeformen) skal ha sitt dypeste punkt i sentrum av bolten og den totale sumpen i støpeformen. Dette kan oppnås ved en tilnærmet symmetrisk kjøling. Størrelsen på innløpet/åpningen er ikke kritisk.

Det ble registrert at korte støpeformer er en nødvendighet for å oppnå bolter med god overflatekvalitet samt tilstrekkelig støpehastighet. Flere støpeformer med forskjellige formdybder ble testet før den optimale løsningen ble funnet. Den primære formdybden L1

er avstanden mellom størkningspunktet og kanten av den primære kjøleflaten, se figur 2. Den totale formdybden L2 er avstanden fra størkningspunktet til punktet for sammenstøt med sekundært kjølevann. Tabell 1 viser forskjellige parametre for fem forskjellige støpeformer.

Tabell 1

Støpeform nr.	Formens størrelse (mm)	Primær formdybde, L1 (mm)	Total formdybde, L2 (mm)
1	140 x 64	80	150
2	140 x 64	80	115
3	140 x 64	69	75
4	104 x 81,5	35	38
5	Ø = 75	20	28

For form nr. 1 treffer den sekundære vannspruten blokken omtrent 150 mm borte fra punktet hvor metallet kommer inn i støpeformen og størkner. Eksperimentell støping viste at den totale formdybden var for høy, og støpehastigheten dermed for lav. Omsmelting inne i støpeformen og utrenning av metall forekom. Støpeformene 2 og 3 viste seg også å ha for stor formdybde til å gi optimal støpehastighet, mens støpeformene 4 og 5 gav gode resultater.

Det er følgelig viktig at støpeformen er konstruert på en slik måte at avstanden L2 mellom det punktet hvor den sekundære vannspruten treffer metallet og størkningspunktet er liten. Støpeformer med en dybde L2 på mellom 25 og 45 mm er egnede. For å oppnå denne korte avstanden, er utløpet 18 for sekundært kjølevann plassert inne i støpeformen i bunnen av en konisk utsparring. Det er dessuten essensielt at avstanden $L3 = L2 - L1$ er svært kort, og fortrinnsvis under 5 mm.

Innløp

En kritisk del av utstyret er innløpet, avstanden mellom innsiden av trakten 3 og støpeformen 10. Varmetap og frysing av metallet i innløpet må unngås. Varmen av flytende magnesium som passerer gjennom innløpet er eneste varmekilde, og ståldelene av

trakt-enheten har lett for å trekke varme fra smeltemassen. Derfor er god isolasjon 26 påkrevet. Det var imidlertid vanskelig å finne egnede isolasjonsmaterialer som kunne tåle direkte kontakt med metallet. Infiltrasjon av metall i fibermaterialet, oksidering av magnesium og disintegrering av isolasjonsmaterialet førte til problemer med støpingen etter korte støpeforløp. Løsningen var å innkapsle isolasjonsmaterialet, og benytte et tynnvegget stålrør 28 for å unngå kontakt mellom isolasjonsmaterialet og magnesium metall. Ved bruk av stålrør viste det seg nødvendig å forsyne innløpet med varmeelementer 27, ettersom stålet trekker varme fra det flytende metallet. Det er således viktig å være i stand til å kontrollere temperaturen i innløpet.

Trakt

Trakten 3 er laget av metall. Den har en plugganordning 5 for et pneumatisk betjent avtappingssystem 6. Varmeelementer (ikke vist) og isolasjonsmateriale 28 ble plassert mellom insert og traktens vegg for å kompensere for og forhindre varmetap. Trakten er justerbar i alle retninger for å gjøre det enkelt å plassere støpeformen i forhold til de faste tilbaketrekkingssalsene. For å redusere klargjøringstiden blir gass brukt til å varme trakten før start.

Prosedyre for stopp og start

Sikkerheten er svært viktig ved håndtering av et reaktivt metall som magnesium. Utstyret er derfor også konstruert med dette i tankene. Når prosessen begynner, befinner startblokken 17 seg inne i støpeformen 10. Det primære kjølevannet 11 skrus på. Smeltet metall blir ført inn i støpeformen og vil størkne i åpningen til startblokken. Startblokken trekkes tilbake, og det sekundære kjølevannet skrus først på når den ytre overflaten har størknet og det er oppnådd stabile betingelser. Det vil derfor ikke skje noen kontakt mellom smeltet metall og vann. En lav starthastighet blir benyttet (omkring 100 mm/min), som gradvis økes.

Det er også viktig å begrense den mengden metall som er aktivt ved et eventuelt utrenning. Derfor har trakten begrenset volum for smeltet metall. Vi har også funnet det essensielt å separere det primære og det sekundære kjølesystemet for å gjøre det mulig å stenge den sekundære vannstrømmen som er i kontakt med metallet, mens man fremdeles har muligheten til å kjøle støpeformen i tilfelle utrenning av metall.

Støpeutstyret omfatter også en nødknapp og et alarmsystem. Dette benyttes til en kontrollert stopp-prosedyre for støpeprosessen, eller det blir aktivert i en kritisk situasjon.

Nødknappen fungerer raskt i den riktige rekkefølgen. All fremdrift av metallet stanser. Det sekundære kjølevannet blir slått av. Det primære kjølevannet blir beholdt på og renner ut fra støpeformen via rør ned i vanntanken. Det vil derfor ikke oppstå noen kontakt med magnesium mens støpeformen fortsatt er under kjøling. Det pneumatisk betjente avtappingssystemet blir aktivert og pluggen i trakten fjernet, og metallet flyter inn i det forhåndsoppvarmede dreneringskaret. Ventilen i sifongen lukkes, og sifongen fjernes fra smelteovnen for å stanse metalltilførselen. Smelteovnen senkes så.

Eksempler

Horisontal direktekjølt støping av blokker av rent magnesium og magnesiumlegeringer (AZ91) ble utført med forskjellige støpeformer. Støpeformenenes type og støpebetingelsene fremgår av tabell 2 nedenfor.

Tabell 2.

Materiale som skal støpes	Formens mål (mm)	Total formdybde, L2 (mm)	Støpehastighet (mm/min)	Smeltemassens temperatur (°C)	Vann, prim./sek. (m ³ /time)
Ren Mg	140 x 64	115	200	706	4/5
Ren Mg	140 x 64	75	250	707	4/5
Ren Mg	104 x 81,5	38	500	695	3/3
AZ-91	140 x 64	75	175	695	4/5
AZ-91	Ø = 75	29	750	695	4/4

Som tabellen viser, ga de korteste støpeformene de høyeste støpehastighetene, og det var mulig å støpe blokker med god overflatefinish og på en sikker måte. Blokkene som ble støpt i de korteste formene hadde også mye bedre overflatekvalitet enn de andre.

Patentkrav

1. Utstyr for horisontal direktekjølt støping av metall, spesielt for støping av magnesium eller magnesiumlegeringer, omfattende en trakt (3) for å holde smeltet metall, en horisontalt plassert støpeform (10) i forbindelse med den nevnte trakten, hvor den nevnte støpeformen har en primærkjøling og en sekundær direkte kjøling av det støpte metallet, karakterisert ved at støpeformen (10) har separate kretser for primært (11) og sekundært (12) kjølevann, idet det primære kjølevannet er innrettet til å kjøle formens vegger uten å være i kontakt med metallet.
2. Utstyr ifølge krav 1, karakterisert ved at støpeformens totale dybde (L2) er mellom 25 og 45 mm.
3. Utstyr ifølge krav 1, karakterisert ved at støpeformen (10) har en isolerende overgangsring (21) plassert ved innløpet til støpeformen.
4. Utstyr ifølge krav 1 og 3, karakterisert ved at støpeformen (10) har et innløp (22) for tilførsel av dekkgass til overgangsringen (21).
5. Utstyr ifølge krav 1, karakterisert ved at innløpsåpningen (24) til støpeformen er asymmetrisk plassert, nærmere bunnen av støpeformen.
6. Utstyr ifølge krav 1, karakterisert ved at trakten (3) og støpeformen (10) er separert av et oppvarmet innløp av isolerende materiale (26) innkapslet i en stålmantel (28).
7. Utstyr ifølge krav 1, karakterisert ved at trakten (3) har et fjernkontrollert avtappingssystem (6).

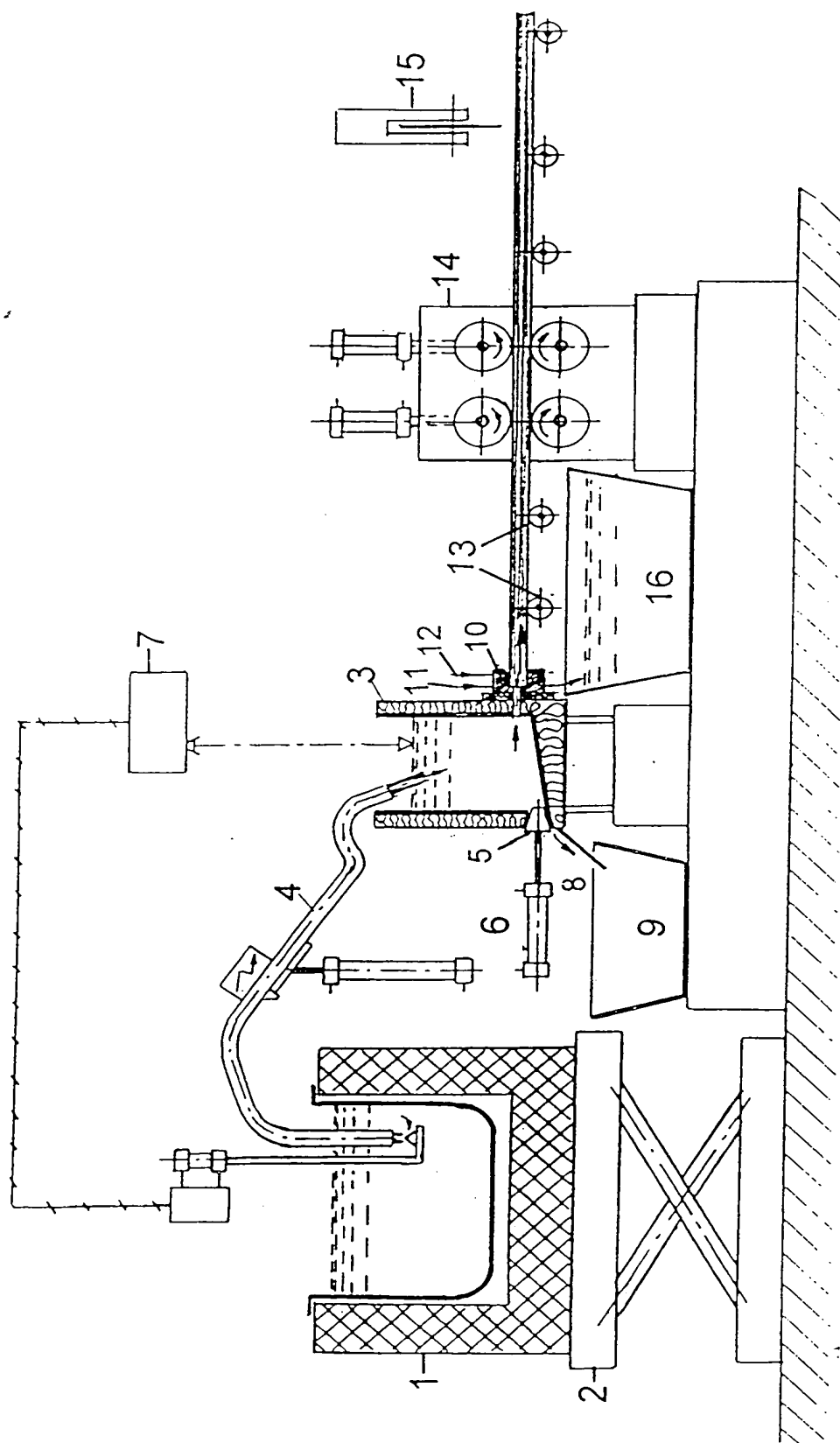


FIG. 1

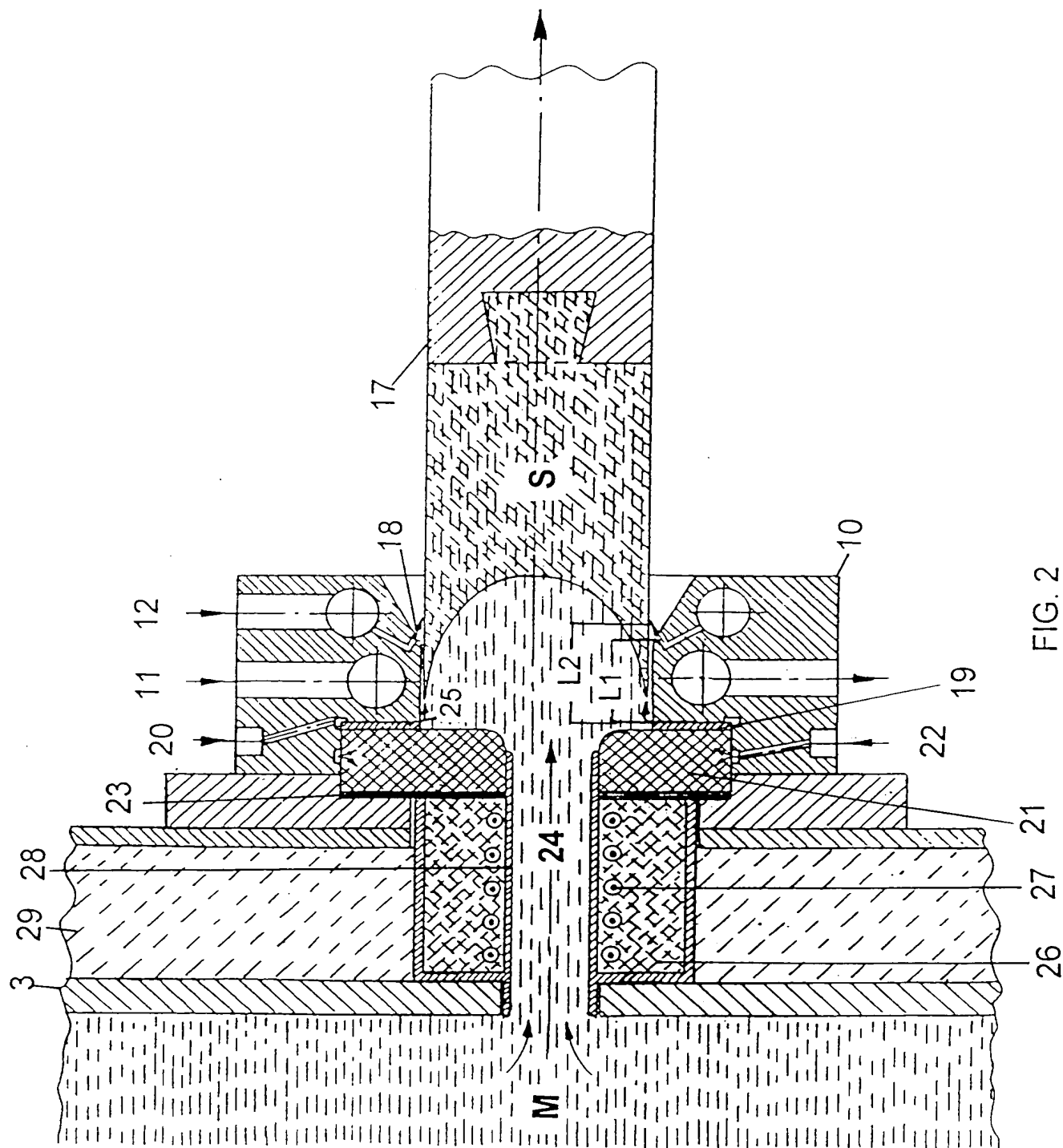


FIG. 2